



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001037244 A**(43) Date of publication of application: **09.02.01**

(51) Int. Cl.

H02M 7/48
H02H 3/093
H02H 7/12
H02H 7/122
H02M 7/5387

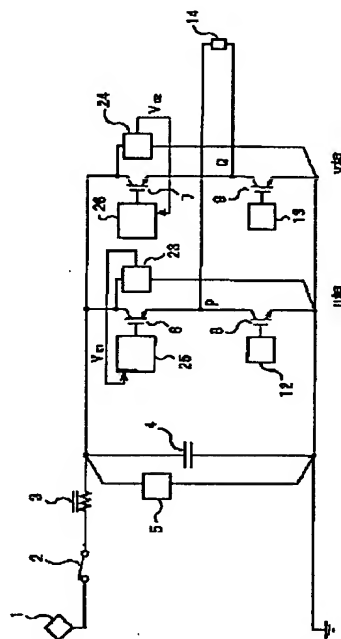
(21) Application number: **11210006**(71) Applicant: **mitsubishi electric corp**(22) Date of filing: **26.07.99**(72) Inventor: **shogawa keiichi**(54) **POWER CONVERTER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power converter which can detect an earth or other troubles rapidly regardless of a current breakdown strength and can reliably protect a semiconductor switching element against overcurrent.

SOLUTION: This power converter includes a voltage sensor 23 for detecting the voltage between the collector of an IGBT(insulated gate bipolar transistor) 6 and the emitter of an IGBT 8, and a voltage sensor 24 for detecting the voltage between the collector of an IGBT 7 and the emitter of an IGBT 9. When the voltage VC1 of the voltage sensor 23 becomes a value not larger than a specified set value A, and that state continues for a specified set period of time T, it is judged that there is an earth at a point P and, immediately, the IGBT 6 is turned off.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-37244
(P2001-37244A)

(43)公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-コ-ト ⁷ (参考)
H 0 2 M	7/48	H 0 2 M	7/48 M 5 G 0 0 4
H 0 2 H	3/093	H 0 2 H	3/093 A 5 G 0 5 3
	7/12		7/12 E 5 H 0 0 7
	7/122		7/122 Z
H 0 2 M	7/5387	H 0 2 M	7/5387 Z
審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 14 頁)			

(21)出願番号 特願平11-210006

(22)出願日 平成11年7月26日(1999.7.26)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 發明者 書川 桂一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100093562

弁理士 児玉 俊英

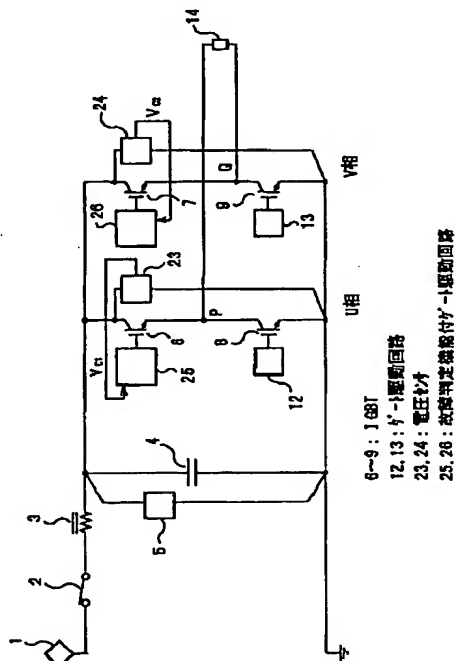
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 電流耐量に関係なく地絡等を高速度に検出することができ、半導体スイッチング素子を過電流から確実に保護することが可能な電力変換装置を得ることを目的とする。

【解決手段】 IGBT6のコレクタとIGBT8のエミッタとの間の電圧を検出する電圧センサ23と、IGBT7のコレクタとIGBT9のエミッタとの間の電圧を検出する電圧センサ24とを備える。そして、電圧センサ23の電圧 V_{c1} が所定の設定値A以下となりその状態が所定の設定時間T継続すると、点Pの地絡と判断してIGBT6を速やかにオフする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スイッチング素子から成る上下一対のアームを複数相、一端が接地された直流電源の両端に接続し、上記各相アームの中央接続点から交流電力を負荷へ出力する電力変換器、および上記スイッチング素子をオンオフする信号を供給する制御回路を備えた電力変換装置において、

上記スイッチング素子の端子間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力から上記電力変換器内の地絡またはアーム短絡を判定し、必要なスイッチング素子をオフする信号を送出して上記地絡または短絡に伴う過電流を抑制するようにしたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】 上アームのスイッチング素子の正極端子と当該相の下アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が所定の設定値以下となったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項3】 下アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該相の上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以下になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項4】 上アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以上になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項5】 上アームのスイッチング素子の負極端子と当該相と異なる他相の上アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が、所定の設定時間以上わたって所定の設定値以下となったとき、上記当該相か他相かのいずれかであってその上アームのスイッチング素子がオン動作中の相のアーム中央接続点の地絡と判断して当該地絡相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項6】 第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、

上記第1、第2相各上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、上記第1相上アームと第2相下アームの電圧センサの出力を入力として動作する第1の比較回路、および上記第2相上アームと第1相下アームの電圧センサの出力を入力として動作

する第2の比較回路を備え、上記第1の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第2相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第2相上アームのスイッチング素子をオフし、上記第2の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第1相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第1相上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項7】 第1の比較回路の出力と第2の比較回路の出力とを入力として動作するOR回路を備え、このOR回路の出力が立ち上がったとき第1第2両相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項6記載の電力変換装置。

【請求項8】 第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、

上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力とを加算する加算回路を備え、この加算回路の出力が、所定の設定時間以上わたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【請求項9】 第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、

上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力との差の絶対値を演算する減算回路を備え、この減算回路の出力が、所定の設定時間以上わたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたことを特徴とする請求項1記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、インバータ等の電力変換装置において、地絡やアーム短絡により生じる過電流から半導体スイッチング素子を保護する機能を具備した電力変換装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図18は、例えば特開昭61-42228号公報に開示された従来の電力変換装置を本発明の説明用に簡略化して示した構成図である。図において、1は電車のパンタグラフ、2はスイッチ、3および4はフィルタ用の直流リアクトルおよびコンデンサ、5は電圧センサ、6～9はブリッジ接続されたIGBT、10～13は各IGBT6～9を駆動するゲート駆動回路、14は負荷、15～18はそれぞれIGBT6～9と直列に挿入された電流センサ、19～22はヒューズである。

【0003】次に動作について説明する。図の回路は、

IGBTを用いたPWM制御で直流電圧を単相交流電圧に変換するインバータで、この変換の動作は周知であるので説明は省略し、以下、事故時の保護動作について説明する。即ち、直流回路は一端が接地されているので、ブリッジ回路の各部はIGBTのスイッチング動作に応じて高電位となる。従って、配線の経年的絶縁劣化や異物の混入等により、地絡が発生する可能性がある。また、IGBTのゲート信号にノイズが混入して上下アームのIGBTが同時にターンオンしたときや、一方のIGBTがターンオンしているときに他方のIGBTが偶発故障で壊れオン状態になった場合等にはアーム短絡が発生する可能性がある。

【0004】以上のような、地絡やアーム短絡が発生して過電流が流れると、これを電流センサ15～18からの信号により検出してゲート駆動回路10～13から各IGBT6～9にターンオフの信号を送出して過電流の増大を防止する。また、電流センサによるターンオフ動作で過電流を十分抑制できない場合は、ヒューズ19～22が動作し、当該回路を遮断する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の電力変換装置は以上のように構成されており、地絡等の事故を、それによって発生する過電流を電流センサで検出することにより判別する方式を採用しているため、過電流によって当該電流センサに生じ得る磁気飽和による感度低下の現象は、そのまま保護動作の信頼性低下につながる。また、IGBTと直列に電流センサを設置する必要があり、主回路構成が大形化し、複雑高価となる問題がある。更に、バックアップ保護のためのヒューズを設けると、そのメンテナンスのためのスペースが必要となって装置外形が更に大形化するとともに、メンテナンス作業も増大してコスト増となる。また、ヒューズとIGBTとの保護協調を考慮する必要があり、その設定は必ずしも容易でない。

【0006】この発明は以上のような問題点を解消するためになされたもので、電流耐量に関係なく地絡等を高速度に検出することができ、半導体スイッチング素子を過電流から確実に保護することが可能な電力変換装置を得ることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係る電力変換装置は、スイッチング素子から成る上下一対のアームを複数相、一端が接地された直流電源の両端に接続し、上記各相アームの中央接続点から交流電力を負荷へ出力する電力変換器、および上記スイッチング素子をオンオフする信号を供給する制御回路を備えた電力変換装置において、上記スイッチング素子の端子間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力から上記電力変換器内の地絡またはアーム短絡を判定し、必要なスイッチング素子をオフする信号を送出して上記地絡または

短絡に伴う過電流を抑制するようにしたものである。

【0008】また、この発明に係る電力変換装置は、上アームのスイッチング素子の正極端子と当該相の下アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が所定の設定値以下となったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0009】また、この発明に係る電力変換装置は、下アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該相の上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以下になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0010】また、この発明に係る電力変換装置は、上アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以上になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0011】また、この発明に係る電力変換装置は、上アームのスイッチング素子の負極端子と当該相と異なる他相の上アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記当該相か他相かのいずれかであってその上アームのスイッチング素子がオン動作中の相のアーム中央接続点の地絡と判断して当該地絡相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0012】また、この発明に係る電力変換装置は、第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上記第1、第2相各上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、上記第1相上アームと第2相下アームの電圧センサの出力を入力として動作する第1の比較回路、および上記第2相上アームと第1相下アームの電圧センサの出力を入力として動作する第2の比較回路を備え、上記第1の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第2相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第2相上アームのスイッチング素子をオフし、上記第2の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第1相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第1相上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0013】また、この発明に係る電力変換装置は、第1の比較回路の出力と第2の比較回路の出力とを入力として動作するOR回路を備え、このOR回路の出力が立ち上がったとき第1第2両相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0014】また、この発明に係る電力変換装置は、第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力とを加算する加算回路を備え、この加算回路の出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0015】また、この発明に係る電力変換装置は、第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力との差の絶対値を演算する減算回路を備え、この減算回路の出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1における電力変換装置を示す構成図で、この電力変換装置は電気車両に搭載されるものである。図において、直流饋電回路の直流架線と接触して直流電源の正極側供給端となるパンタグラフで、直流電源の負極側は図示しない車輪、レールを経て接地させる。2はスイッチ、3および4はフィルタ用の直流リアクトルおよびコンデンサ、5は電圧センサである。

【0017】6～9はブリッジ接続され、PWM制御で直流電圧を可変周波数の単相交流電圧に変換するインバータを構成するスイッチング素子としてのIGBTで、それぞれIGBT6、8がU相上下アーム、IGBT7、9がV相上下アームを構成する。14は交流負荷である。23は、IGBT6のコレクタ（正極端子）とIGBT8のエミッタ（負極端子）との間の電圧を検出する電圧センサ、24はIGBT7のコレクタとIGBT9のエミッタとの間の電圧を検出する電圧センサ、25はIGBT6にそのオンオフを制御するゲート信号を供給するとともに、電圧センサ23の出力Vc1からP点での地絡発生の有無を判別してゲート信号に必要な処理を施す故障判定機能付ゲート駆動回路、26はIGBT7にゲート信号を供給するとともに、電圧センサ24の出力Vc2からQ点での地絡発生の有無を判別してゲート信号に必要な処理を施す故障判定機能付ゲート駆動回路、12、13はIGBT8、9にゲート信号を供給するゲート駆動回路である。

【0018】故障判定機能付ゲート駆動回路25および26の前者25を例にとり、その内部構成を図2に示す。図2において、51は電圧センサ23の出力Vc1

が所定の設定値A以下となったときP点で地絡が発生したと判断して出力する故障判定回路、52は故障判定回路51の出力が所定の設定時間継続したときゲート停止指令Sを出力するタイマー回路で、瞬時判定による誤検出を避けるためのものであり、その意味では必ず必要とするものではない。53はゲート駆動回路で、通常は、ゲート制御回路からのPWM制御に基づくゲート信号GをそのままIGBT6へ供給するが、タイマー回路52からゲート停止指令Sが入力されると、ゲート信号Gの状態にかかわらず、オフ信号をIGBT6へ送出する。

【0019】次に、故障が発生した場合の動作を図3のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は各ゲート駆動回路25、26、12、13の出力で、この信号に従って各IGBT6、7、8、9がオンオフ動作を繰り返している。今、ゲート駆動回路25および13がオン信号を出力している途中の時間 $t = t_1$ で、P点に地絡が発生したとすると、それまで直流電源の電圧Eに近い値であった電圧センサ23の出力Vc1が零に近い値にまで降下し設定値A以下となって故障判定回路51が故障判定を出力する（同図(g)）。この地絡によってIGBT6の電流は急増する（同図(e)）。

【0020】P点の地絡によって電圧センサ24の出力Vc2も降下するが、図1では特に図示していないが、各部配線部分の抵抗や浮遊インダクタンスにおける電圧降下の影響で電圧センサ23の出力Vc1に比較してその降下量は少ない（図3(h)）。従って、設定値Aを適当に設定することにより、電圧センサ23および24の出力から点Pの地絡であるが点Qの地絡であるかの判別が可能となる。そして、この出力Vc1の低下がタイマー回路52の設定時間T継続した時間 $t = t_2$ に至ると、直ちにゲート停止指令Sが出力され、IGBT6はターンオフし、地絡による過電流から保護される。

【0021】以上のように、この実施の形態1においては、電圧センサ23、24を設け、その出力から地絡の発生を判断して必要なIGBTをオフするようにしたので、図3では、タイマー時間Tを説明の便宜上長目に誇張して図示しているが、実際は、電圧判定方式であるので、従来の電流判定方式に比較して極めて短時間で判別が可能となり、IGBTをその電流増大が極低い段階でオフすることにより過電流からの保護を確実なものとするができる。また、従来の電流センサは、大電流が流れる主回路に直列に挿入する必要があるため、装置の大形化、コスト上昇につながる欠点があるが、この発明における電圧センサは、主回路（IGBT）に並列に接続すれば足り、電流耐量を必要としないので、その設置のための構成は簡便でコストも低減する。

【0022】なお、上記故障判定回路51は、電圧センサ23の出力Vc1自体の変化から地絡発生の判断をしたが、電圧センサ5（図1参照）からの直流電源の電圧

Eを同時に入力し、 $(E - V_{c1}) / E$ を演算して電圧低下率を求め、この電圧低下率の変化から地絡発生を判断するようにしてもよい。この場合、直流電源の電圧Eの変動分が相殺され、地絡発生判別の精度向上が期待できる。また、以上の方式は3相インバータにも同様に適用でき同等の効果を奏する。

【0023】実施の形態2. 図4はこの発明の実施の形態2における電力変換装置を示す構成図である。IGBT6、8によってU相上下アーム、およびIGBT7、9によってV相上下アームを構成する点は実施の形態1と同様であるが、ここでは、U相下アームのIGBT8のコレクターエミッタ間の電圧 V_{c3} を検出する電圧センサ27およびV相下アームのIGBT9のコレクターエミッタ間の電圧 V_{c4} を検出する電圧センサ28を設けている。そして、29はIGBT6にゲート信号を供給するとともに、電圧センサ27の出力 V_{c3} からP点での地絡発生の有無を判別してゲート信号に必要な処理を施す故障判定機能付ゲート駆動回路、30はIGBT7にゲート信号を供給するとともに、電圧センサ28の出力 V_{c4} からQ点での地絡発生の有無を判別してゲート信号に必要な処理を施す故障判定機能付ゲート駆動回路である。

【0024】故障判定機能付ゲート駆動回路29および30の後者30を例にとり、その内部構成を図5に示す。図5において、51は電圧センサ28の出力 V_{c4} が所定の設定値(≈ 0)以下となると出力する故障判定回路、54は検出電圧 V_{c4} が急減したときに過渡的に電圧が振動して故障判定回路51の判定出力が短時間反転を繰り返す恐れがあるので、これを阻止して安定した判定出力を取り出すための誤動作防止用ヒステシス回路、52はヒステシス回路54の出力が所定の設定時間継続したときゲート停止指令Sを出力するタイマー回路であるが、ゲート信号のリセットがオンのときはタイマー動作を行わない。即ち、ヒステシス回路54からの判定出力はあってもゲート停止指令Sを出力しない。53はゲート駆動回路で、通常は、ゲート制御回路からのPWM制御に基づくゲート信号GをそのままIGBT6へ供給するが、タイマー回路52からのゲート停止指令Sが入力されると、ゲート信号Gの状態にかかわらず、オフ信号をIGBT7へ送出する。

【0025】次に、故障が発生した場合の動作を図6のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は、各ゲート駆動回路29、30、12、13の出力で、この信号に従ってIGBT6、7、8、9がオンオフ動作を繰り返している。同図(g)(h)はゲート駆動回路29および30のリセット信号で、それぞれのIGBTがオンのときはオフ、オフのときはオンとなっており、このリセット信号が先に説明した図5のタイマー回路52に入力される。

【0026】今、図6の時間 $t = t_1$ においてQ点で地

絡が発生したとすると、電圧センサ27の出力 V_{c3} はIGBT8が通電期間にあるのでその順方向電圧降下分がほぼ零に低下し故障判定機能付ゲート駆動回路29の故障判定回路51が判定出力を出す(図6(i))。しかるに、この期間ではそのリセット信号がオンである(図6(g))ので、ゲート停止指令Sは出力されない。一方、電圧センサ28の出力 V_{c4} はIGBT9が非通電期間にあるのでほぼ直流電源電圧Eから零に低下し(図6(j))故障判定機能付ゲート駆動回路30の故障判定回路51が判定出力を出す。そして、この期間ではそのリセット信号がオフである(図6(h))ので、タイマー回路52が動作し、設定時間T経過後、時間 $t = t_2$ でゲート停止指令Sを出力する。

【0027】以上の検出動作に基づき、故障はQ点の地絡と判断され、IGBT7を速やかにオフして過電流から保護する。なお、以上の方式は、3相インバータにも同様に適用でき同等の効果を奏する。

【0028】実施の形態3. 図7はこの発明の実施の形態3における電力変換装置を示す構成図である。ここでは、U相上アームのIGBT6のコレクターエミッタ間の電圧を電圧センサ31で検出してその出力 V_{c1} を故障判定機能付ゲート駆動回路33に送出する。また、V相上アームのIGBT7のコレクターエミッタ間の電圧を電圧センサ32で検出してその出力 V_{c2} を故障判定機能付ゲート駆動回路34に送出する。

【0029】図8は故障判定機能付ゲート駆動回路33の内部構成を示す図である。図において51は電圧センサ31の出力 V_{c1} が、IGBT6の順方向電圧降下分より高い所定の設定値B以上となったとき故障判定を出力する故障判定回路、52、53は先の図5のものと同様のものである。

【0030】次に、故障が発生した場合の動作を図9のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は、各ゲート駆動回路33、34、12、13の出力、(g)(h)はゲート駆動回路33および34のリセット信号である。今、図9の時間 $t = t_1$ においてP点で地絡が発生したとすると、電圧センサ32の出力 V_{c2} はIGBT7が非通電期間にあるので、ほぼ直流電源電圧Eの状態からU相における地絡に伴う過電流による電圧降下分だけ下がるが設定値B以上である(図9(j))ので、図8の故障判定回路51は故障判定を出力する。しかし、この期間ではリセット信号がオンである(図9(h))ので、タイマー回路52はカウント動作はせずゲート停止指令Sは出力されない。

【0031】一方、電圧センサ31の出力 V_{c1} はIGBT6の通電期間にあるので、P点の地絡により、その順方向電圧降下分から上昇し設定値B以上となり(図9(i))その故障判定回路51が故障判定を出力する。そして、この期間ではそのリセット信号はオフである(図9(g))ので、タイマー回路52が動作し、設定

時間T経過後、時間 $t = t_2$ でゲート停止指令Sを出力する。なお、例えば、三菱電機株式会社製IGBTモジュールCM600HA-28Hの場合、順方向電圧降下の正常時は約1.7Vで、限界値は4V程度であるので、上記設定値Bはこれら両値の間の適当な値に設定することになる。

【0032】以上の検出動作に基づき、故障はP点の地絡と判断され、IGBT6を速やかにオフして過電流から保護する。なお、以上の方式は、3相インバータにも適用でき同等の効果を奏する。

【0033】実施の形態4. 図10はこの発明の実施の形態4における電力変換装置を示す構成図である。ここでは、U相上アームのIGBT6のエミッタとV相上アームのIGBT7のエミッタとの間の電圧を電圧センサ35で検出してその出力Vcを故障判定機能付ゲート駆動回路36、37に送出する。

【0034】図11は故障判定機能付ゲート駆動回路36の内部構成を示す図である。図において、51は電圧センサ35の出力Vcが所定の設定値（≒零）以下となると故障判定を出力する故障判定回路、52～54は先

【0035】次に、故障が発生した場合の動作を図12のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は、各ゲート駆動回路36、37、12、13の出力、(g)(h)はゲート駆動回路36および37のリセット信号である。今、図12の時間 $t = t_1$ においてP点で地絡が発生したとすると、電圧センサ35の出力Vcはほぼ零となり、ゲート駆動回路36、37の故障判定回路51は共に故障判定を出力する。ところで、この期間、ゲート駆動回路36のリセット信号はオフ、ゲート駆動回路37のリセット信号はオンとなっており、結局、ゲート駆動回路36のタイマー回路52が動作して設定時間T経過後、時間 $t = t_2$ でゲート停止指令Sを出力する。

【0036】以上の検出動作に基づき、故障はP点の地絡と判断され、IGBT6を速やかにオフして過電流から保護する。この実施の形態4においては、電圧センサは1個で済むのでその分経費性が改善される。

【0037】実施の形態5. 図13はこの発明の実施の形態5における電力変換装置を示す構成図である。ここではU相、V相各上下の計4アームの各IGBT6～9毎にそのコレクタエミッタ間の電圧を検出する電圧センサ38～41を設け、各出力Vu、Vv、Vx、Vyを故障判定回路42へ送出する。

【0038】図14、図15はこの故障判定回路42の内部構成を示す図である。図14の故障判定回路42Aは、地絡故障を検出して保護動作を行うもので、図において、55は電圧VuとVyとを入力として動作する第1の比較回路、56は電圧VvとVxとを入力として動作する第2の比較回路、57は比較回路55と56とを

入力として動作するOR回路、52はOR回路57の出力が所定の設定時間T継続したときゲート駆動回路10、11へゲート停止指令Sを出力するタイマー回路である。

【0039】図15の故障判定回路42Bは、アーム短絡故障を検出して保護動作を行うもので、図において、58は電圧VuとVxとの和を演算する第1の加算回路、59は電圧VvとVyとの和を演算する第2の加算回路、60は加算回路58の出力と所定のしきい値とを入力として動作する第1の比較回路、61は加算回路59の出力と所定のしきい値とを入力として動作する第2の比較回路、62および63はそれぞれ比較回路60および61の出力を反転する反転回路、64は反転回路62および63を入力として動作するOR回路、52はOR回路64の出力が所定の設定時間T継続したときゲート駆動回路10～13へゲート停止指令Sを出力するタイマー回路である。

【0040】次に、図14の故障判定回路42Aによる地絡検出動作につき図16のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は各ゲート駆動回路10～13の出力(e)～(h)は各電圧Vu、Vv、Vx、Vyの波形である。正常動作時は電圧Vu(同(e))と電圧Vy(同(h))とは同一波形出力となるので、比較回路55の出力は0である。同様に比較回路56の出力も0である。今、時間 $t = t_1$ においてQ点に地絡が発生したとすると、電圧Vyが零に低下する(同(h))ので、比較回路55の出力が1に立ち上がり(同(i))、OR回路57を経て(同(k))、タイマー回路52が動作して設定時間T後、時間 $t = t_2$ でゲート停止指令Sを出力する。

【0041】以上の検出動作に基づき、故障はQ点の地絡と判断され、ゲート停止指令Sがゲート駆動回路10、11に送出され、実効的には、IGBT7を速やかにオフして過電流から保護する(同(n))。P点の地絡の場合は比較回路56の出力が立ち上がり同様にIGBT6を速やかにオフする。なお、図14の故障判定回路42Aでは、比較回路55および56の出力のOR出力によりゲート駆動回路10と11とにゲート停止指令Sを送出するようにしたが、比較回路55の出力に基づきゲート駆動回路11にゲート停止指令Sを送出し、比較回路56の出力に基づきゲート駆動回路10にゲート停止指令Sを送出する構成としてもよい。

【0042】次に図15の故障判定回路42Bによるアーム短絡検出動作につき図17のタイミングチャートを参照して説明する。同図(a)～(d)は各ゲート駆動回路10～13の出力、(e)～(h)は各電圧Vu、Vv、Vx、Vyの波形である。正常動作時は、電圧Vuと電圧Vxとの和は、転流時の極短時間における落ち込みを除けば一定の電圧値であり、比較回路60は1を出力し従って反転回路62は0出力である。同様に、反

転回路63の出力も0である。今、時間 $t = t_1$ において、U相下アームのIGBT8でアーム短絡が発生したとすると、電圧 V_x が零に低下する(同(g))ので、反転回路62の出力が1に立ち上がり(同(i))、OR回路64を経て(同(k))、タイマー回路52が動作して設定時間T後、時間 $t = t_2$ でゲート停止指令Sを出力する。

【0043】以上の検出動作に基づき、故障はU相下アームの短絡と判断され、ゲート停止指令Sが全ゲート駆動回路10~13に送出され、実効的には、IGBT6および8を速やかにオフして過電流から保護する(同(m)(o))。U相上アームの短絡は同様に比較回路60で検出し、V相上または下アームの短絡は比較回路61で検出する。

【0044】なお、図15の故障判定回路42Bでは、反転回路62および63の出力のOR出力によりゲート駆動回路10~13にゲート停止指令Sを送出するようにしたが、反転回路62の出力に基づきゲート駆動回路10、12にゲート停止指令Sを送出し、反転回路63の出力に基づきゲート駆動回路11、13にゲート停止指令Sを送出する構成としてもよい。更に、図15の故障判定回路42Bでは、電圧 V_u と電圧 U_x との和を加算回路58で演算しその出力を比較回路60の一方の入力とする構成としたが、電圧 V_u と U_x との差の絶対値を演算する減算回路を備え、その出力を比較回路60の一方の入力とする構成としても、上述したと同様の動作となり同等の効果を奏する。

【0045】なお、上記各形態例では、スイッチング素子としてIGBTを使用した場合について説明したが、GTOなど他の種類のスイッチング素子にも同様に適用できることは言うまでもない。

【0046】

【発明の効果】以上のように、この発明に係る電力変換装置は、スイッチング素子から成る上下一対のアームを複数相、一端が接地された直流電源の両端に接続し、上記各相アームの中央接続点から交流電力を負荷へ出力する電力変換器、および上記スイッチング素子をオンオフする信号を供給する制御回路を備えた電力変換装置において、上記スイッチング素子の端子間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力から上記電力変換器内の地絡またはアーム短絡を判定し、必要なスイッチング素子をオフする信号を送出して上記地絡または短絡に伴う過電流を抑制するようにしたので、装置の構成が簡便安価となり、かつ、速やかな過電流保護動作が実現する。

【0047】また、この発明に係る電力変換装置は、その上アームのスイッチング素子の正極端子と当該相の下アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が所定の設定値以下となったとき当該相アームの中央接続点の

地絡と判断して当該相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、各相1個の電圧センサにより、当該相アームの地絡に基づく過電流からスイッチング素子を確実に保護することができる。

【0048】また、この発明に係る電力変換装置は、その下アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該相の上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以下になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、各相1個の電圧センサにより、当該相アームの地絡に基づく過電流からスイッチング素子を確実に保護することができる。

【0049】また、この発明に係る電力変換装置は、その上アームのスイッチング素子の正極端子と負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、当該上アームのスイッチング素子がオン動作中に上記電圧センサの出力が所定の設定値以上になったとき当該相アームの中央接続点の地絡と判断して当該上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、各相1個の電圧センサにより、当該相アームの地絡に基づく過電流からスイッチング素子を確実に保護することができる。

【0050】また、この発明に係る電力変換装置は、その上アームのスイッチング素子の負極端子と当該相と異なる他相の上アームのスイッチング素子の負極端子との間の電圧を検出する電圧センサを備え、この電圧センサの出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記当該相か他相かのいずれかであってその上アームのスイッチング素子がオン動作中の相のアーム中央接続点の地絡と判断して当該地絡相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、2相なり1個の電圧センサにより、地絡に基づく過電流からスイッチング素子を確実に保護することができる。

【0051】また、この発明に係る電力変換装置は、その第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上記第1、第2相各上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、上記第1相上アームと第2相下アームの電圧センサの出力を入力として動作する第1の比較回路、および上記第2相上アームと第1相下アームの電圧センサの出力を入力として動作する第2の比較回路を備え、上記第1の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第2相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第2相上アームのスイッチング素子をオフし、上記第2の比較回路の出力が立ち上がったときは上記第1相アームの中央接続点の地絡と判断して上記第1相上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、より精度の高い地絡検出が可能となる。

【0052】また、この発明に係る電力変換装置は、その第1の比較回路の出力と第2の比較回路の出力とを入力として動作するOR回路を備え、このOR回路の出力

が立ち上がったとき第1第2両相の上アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、装置全体としての故障検出回路の構成が簡便となる。

【0053】また、この発明に係る電力変換装置は、その第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力とを加算する加算回路を備え、この加算回路の出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、アーム短絡を速やかに検出しスイッチング素子を過電流から確実に保護することができる。

【0054】また、この発明に係る電力変換装置は、その第1と第2の2相のアームから成る電力変換器において、上下アームの各スイッチング素子の正負両極間の電圧を検出する電圧センサ、および上記上アームの電圧センサの出力と上記下アームの電圧センサの出力との差の絶対値を演算する減算回路を備え、この減算回路の出力が、所定の設定時間以上にわたって所定の設定値以下となったとき、上記上下アームのいずれかのアーム短絡と判断して上記上下アームのスイッチング素子をオフするようにしたので、アーム短絡を速やかに検出しスイッチング素子を過電流から確実に保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における電力変換装置を示す構成図である。

【図2】 図1の故障判定機能付ゲート駆動回路25の内部構成を示す図である。

【図3】 図1の電力変換装置の故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態2における電力変換装置を示す構成図である。

【図5】 図4の故障判定機能付ゲート駆動回路30の*

* 内部構成を示す図である。

【図6】 図4の電力変換装置の故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態3における電力変換装置を示す構成図である。

【図8】 図7の故障判定機能付ゲート駆動回路33の内部構成を示す図である。

【図9】 図7の電力変換装置の故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図10】 この発明の実施の形態4における電力変換装置を示す構成図である。

【図11】 図10の故障判定機能付ゲート駆動回路36の内部構成を示す図である。

【図12】 図10の電力変換装置の故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図13】 この発明の実施の形態5における電力変換装置を示す構成図である。

【図14】 図13故障判定回路42Aの内部構成を示す図である。

【図15】 図13故障判定回路42Bの内部構成を示す図である。

【図16】 図14の故障判定回路42Aによる故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

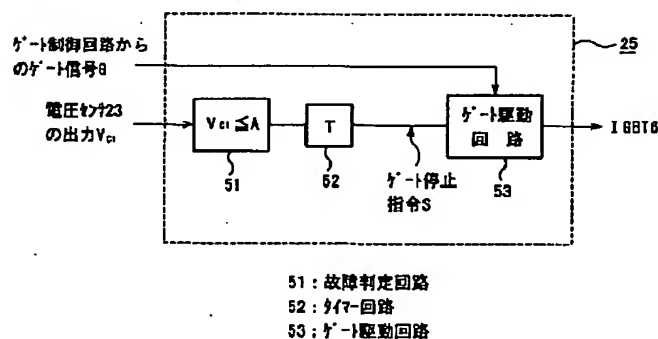
【図17】 図15の故障判定回路42Bによる故障検出保護動作を説明するタイミングチャートである。

【図18】 従来の電力変換装置を示す構成図である。

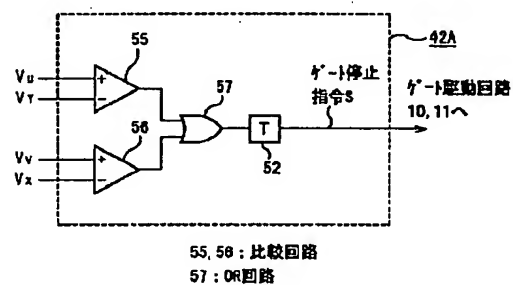
【符号の説明】

6～9 IGBT、10～13 ゲート駆動回路、23, 24, 27, 28, 31, 32, 35, 38～41 電圧センサ、25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37 故障判定機能付ゲート駆動回路、42 故障判定回路、51 故障判定回路、52 タイマー回路、53 ゲート駆動回路、55, 56, 60, 61 比較回路、57, 64 OR回路、58, 59 加算回路、62, 63 反転回路。

【図2】



【図14】



8~9: 1GBT
12, 13: ゲート駆動回路
23, 24: 電圧検出
25, 26: 故障判定機能付ゲート駆動回路

(a) ゲート駆動回路
25の出力

(b) ゲート駆動回路
28の出力

(c) ゲート駆動回路
12の出力

(d) ゲート駆動回路
13の出力

(e) IGBT8
の電流

(f) IGBT7
の電流

(g) 電圧 V_{ce}

(h) 電圧 V_{ce}

→ 時間 t

ゲート制御回路からの
のゲート信号q

電圧分圧28
の出力 V_{α}

51

54

52

ゲート停止
指令S

ゲート駆動
回路

63

1GB7
ゲートへ

30

(a) ゲート駆動回路
29の出力

(b) ゲート駆動回路
30の出力

(c) ゲート駆動回路
12の出力

(d) ゲート駆動回路
13の出力

(e) IGBT6
の電流

(f) IGBT7
の電流

(g) ゲート駆動回路
29のセット

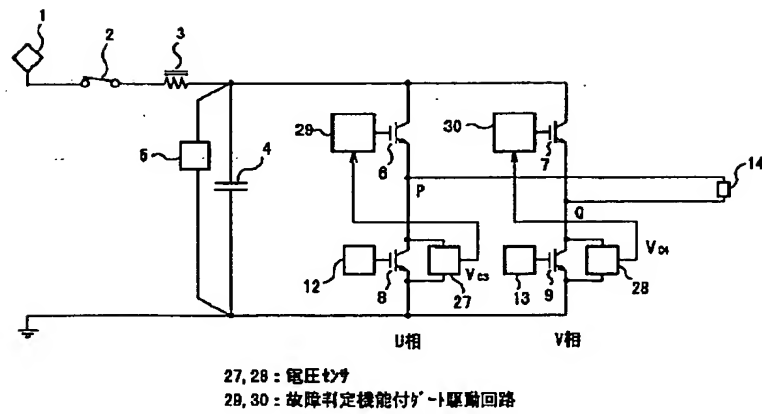
(h) ゲート駆動回路
30のセット

(i) 電圧 V_c

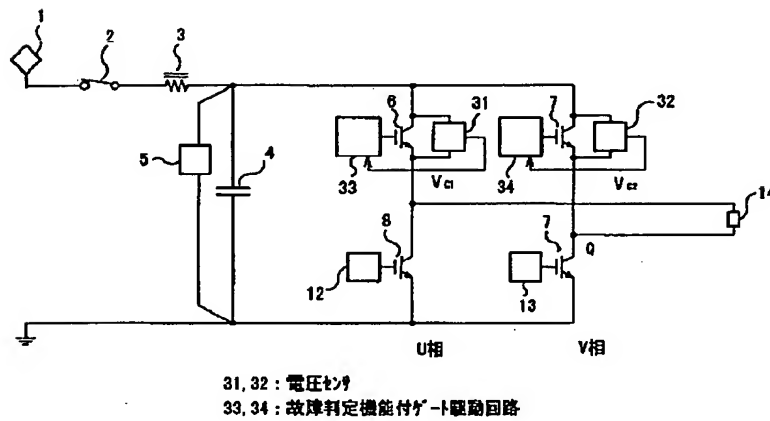
(j) 電圧 V_u

時間 t

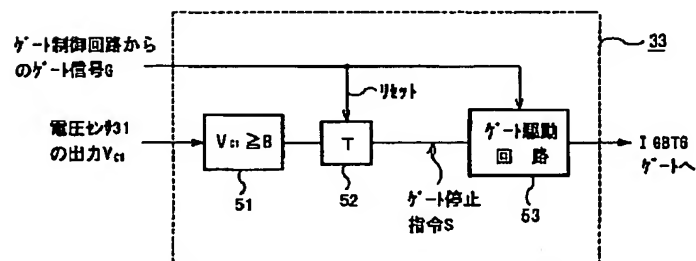
【図4】



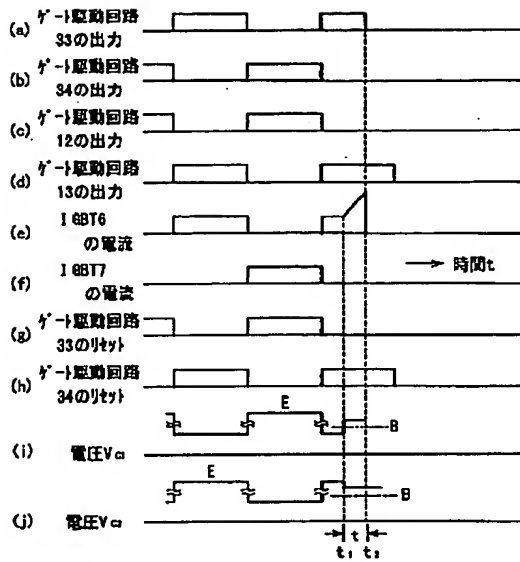
【図7】



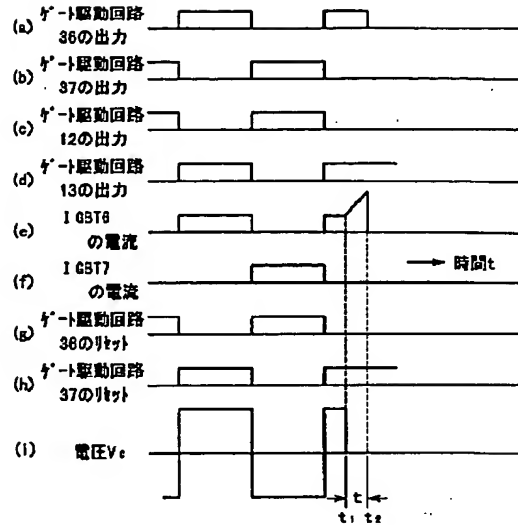
【図8】



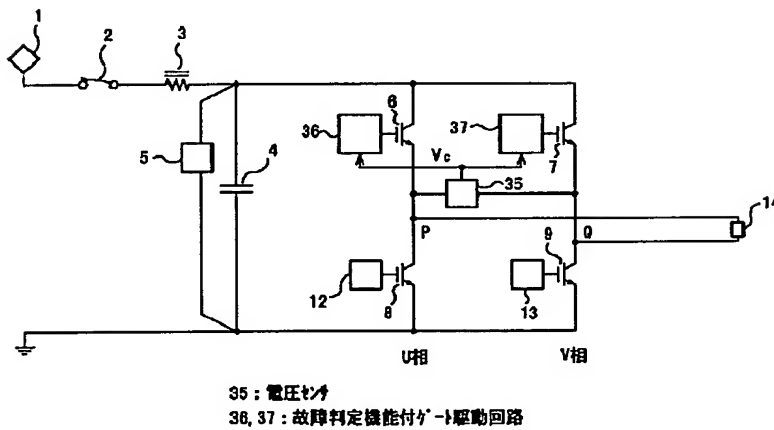
【図9】



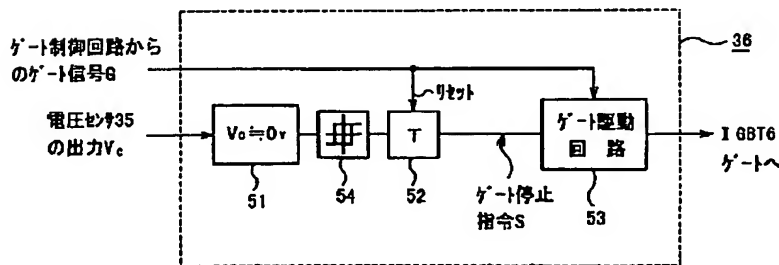
【図12】



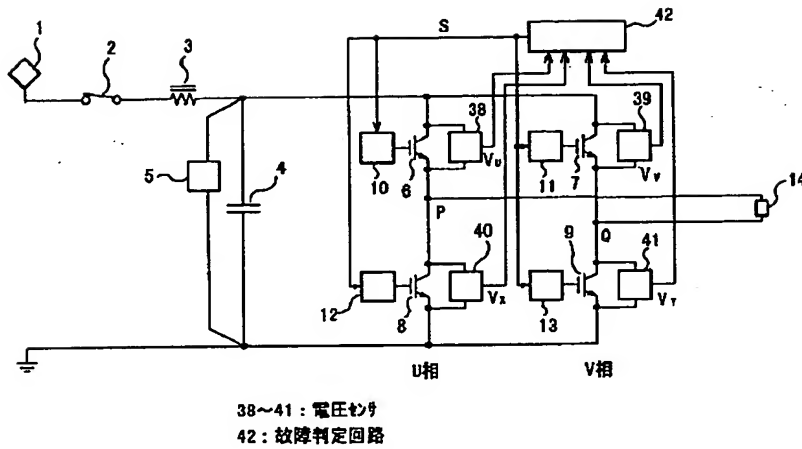
【図10】



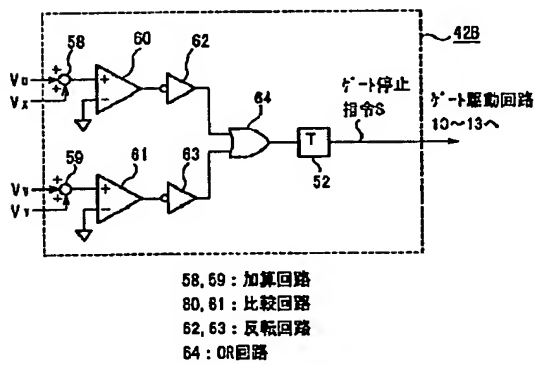
【図11】



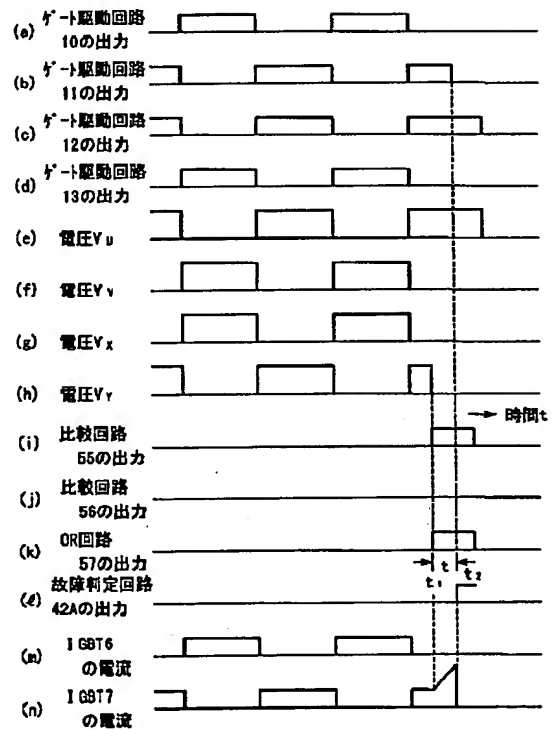
【図13】



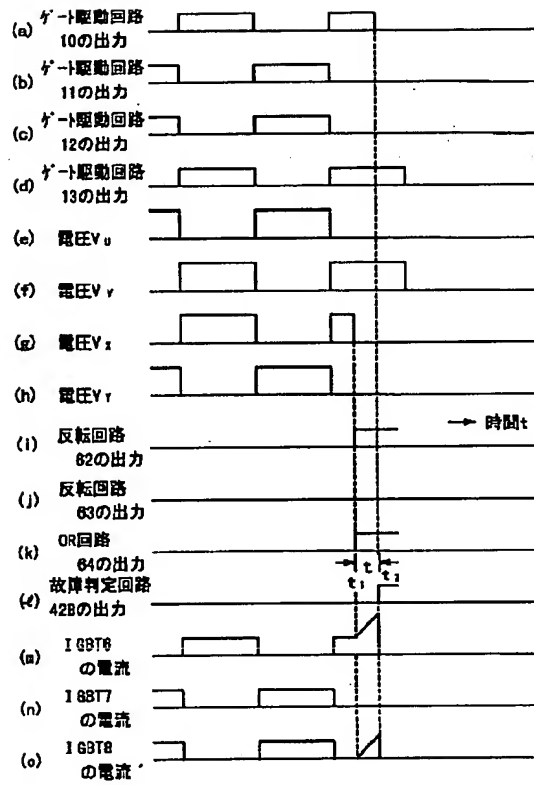
【図15】



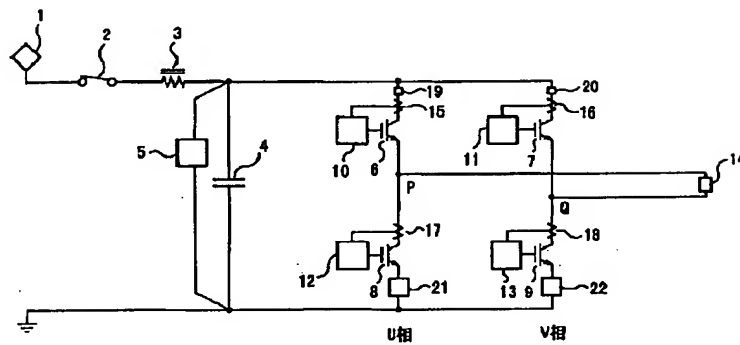
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5G004 AA05 AB02 BA01 BA03 DC01
DC04 EA01 FA01
5G053 AA01 AA02 AA06 BA04 CA02
EA03 EB01 EC03 FA05
5H007 AA05 AA06 AA17 CA01 CB04
CB05 CC23 DA01 DC05 EA02
FA08 FA09 FA13 FA19

